

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 34 670 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
G 01 V 9/00

⑳ Aktenzeichen: 199 34 670.4
㉒ Anmeldetag: 23. 7. 1999
㉔ Offenlegungstag: 21. 12. 2000

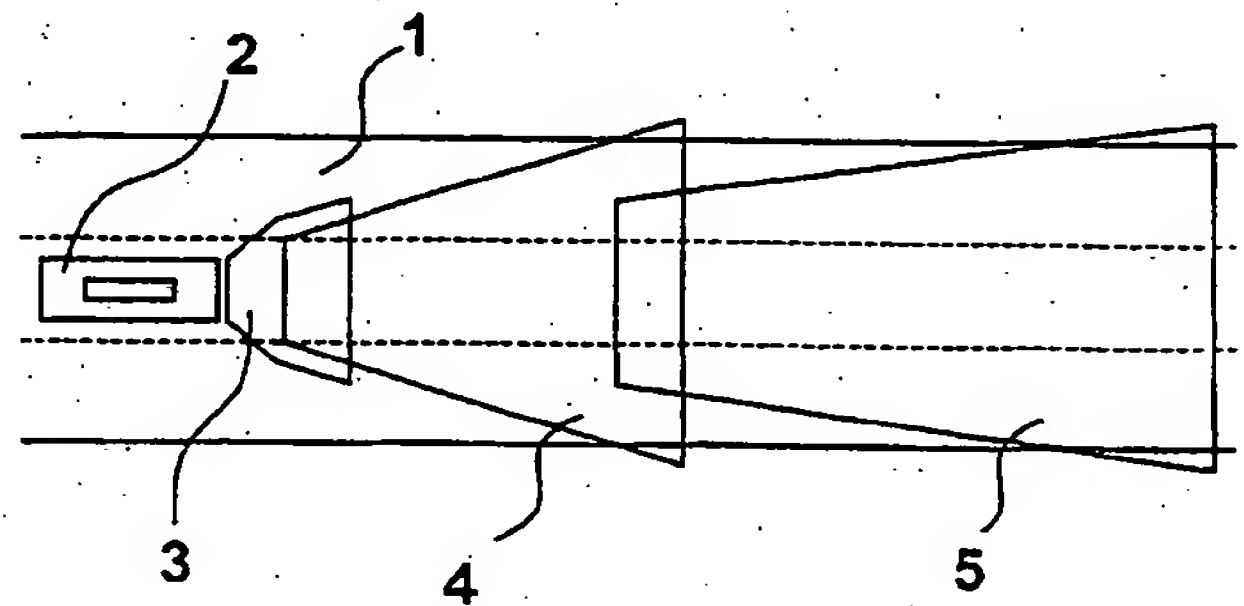
DE 199 34 670 A 1

⑥⑥ Innere Priorität:
199 23 920. 7 26. 05. 1999
⑦① Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE
⑦② Erfinder:
Winner, Hermann, Dr., 76229 Karlsruhe, DE; Uhler,
Werner, Dr., 76646 Bruchsal, DE

⑤⑤ Entgegenhaltungen:
DE 42 35 619 C2
DE 42 09 536 C2
DE 197 55 963 A1
DE 197 24 496 A1
DE 197 13 826 A1
DE 196 22 777 A1
DE 195 30 065 A1
DE 195 18 978 A1
DE 44 24 878 A1
DE 43 30 476 A1
DE 41 10 132 A1
DE 68 919 83 1T2
GB 23 09 555 A
US 58 72 536 A
US 55 29 138 A
EP 03 55 490 B1
EP 08 59 241 A1
WO 98 15 845 A1
WO 98 15 435 A1
JP 08156723A (WPIDS-u.JAPIO-Abstracts);

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- ⑤④ Objektdetektionssystem
⑤⑦ Objektdetektionssystem, insbesondere für ein Kraft-
fahrzeug, wobei das Objektdetektionssystem aus einer
Kombination von wenigstens drei Objektdetektoren be-
steht, die jeweils einen anderen Detektionsbereich und/
oder eine andere Detektionsreichweite aufweisen.



DE 199 34 670 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Objektdetektionssystem. Ein solches System kann beispielsweise im Rahmen einer adaptiven Fahrgeschwindigkeits- und/oder Abstandsregelung eines Kraftfahrzeugs eingesetzt werden. Ein solche Regelung kann ohne Eingriff durch den Fahrer eine zuvor eingestellte Fahrgeschwindigkeit und/oder einen zuvor eingestellten Abstand zu einem vorausfahrenden Fahrzeug oder zu sich in Fahrtrichtung befindlichen Gegenständen und/oder Objekten regeln. Dies geschieht unter entsprechender Berücksichtigung des Umfelds des Kraftfahrzeuges und gegebenenfalls weiterer Parameter wie beispielsweise den Witterungs- und Sichtbedingungen. Eine solche Regelung wird auch als Adaptive-Cruise-Control-System (ACC-System) bezeichnet. Das ACC-System muß insbesondere mit Blick auf die steigende Verkehrsdichte der heutigen Zeit flexibel genug sein, um auf alle Fahrsituationen geeignet zu reagieren. Dies erfordert wiederum eine entsprechende Objektdetektionssensorik, um in jeder Fahrsituation die für die Regelung notwendigen Meßdaten zu liefern.

Stand der Technik

Zur Objektdetektion bieten sich eine Vielzahl verschiedener technischer Konzepte/Systeme an, von denen einige im folgenden näher erläutert werden.

Aus der DE 43 30 476 A1 ist ein optisches Radarsystem für ein Kraftfahrzeug bekannt. Das Radarsystem enthält im wesentlichen eine lichtemittierende Einheit zur Emission von Licht in Richtung eines Zielobjektes, und eine lichtempfangende Einheit zum Einfangen des Lichts, das von dem Zielobjekt reflektiert worden ist. Die lichtempfangende Einheit enthält eine Kondensorlinse, die angeordnet ist, um das reflektierte Licht einzufangen, sowie ein lichtempfindliches Element, das bei einer Position angeordnet ist, die von einem Brennpunkt der Kondensorlinse um eine im voraus ausgewählte Entfernung in einen bilderzeugenden Raum von ihr versetzt angeordnet ist, um dem Licht ausgesetzt zu sein, das sich von der Kondensorlinse her kommend ausbreitet, um einen engeren Detektionsbereich für ein entferntes Zielobjekt und einen weiteren Detektionsbereich für ein nahes Zielobjekt sicherzustellen. Mit anderen Worten: Um einen engeren Detektionsbereich für ein entferntes Zielobjekt und einen weiteren Detektionsbereich für ein dichtes Zielobjekt sicherzustellen, werden ein erstes und ein zweites lichtempfindliches Element bei entsprechenden Positionen in einem bilderzeugenden Raum einer ersten und einer zweiten Kondensorlinse angeordnet.

Ein solches auf Lichtemission und Lichtaufnahme basierendes optisches Radarsystem wird im folgenden auch als LIDAR-Sensor (Light Detection And Ranging) bezeichnet.

Aus der DE 197 13 826 A1 ist eine Radarvorrichtung und ein diese Radarvorrichtung verwendendes Fahrzeugsicherheitsabstands-Steuersystem bekannt. Die Radarvorrichtung weist einen sich drehenden Polygonspiegel mit einer Mehrzahl von mit unterschiedlichen Winkeln geneigten Spiegelflächen auf. Eine Halbleiterlaserdiode und eine Kollimatorlinse sind über dem Polygonspiegel angeordnet. Ein Infrarotpulsstrahl, der von der Laserdiode abgegeben wird, wird von einem Reflexionsspiegel reflektiert, der an einer oberen Stelle vor dem Polygonspiegel angeordnet ist, um den Pulsstrahl schräg nach unten zu dem sich drehenden Polygonspiegel hin derart zu reflektieren, daß der Pulsstrahl als ein Sendestrahl reflektiert wird, der zu einem Meßbereich in einer vorderen Richtung hin fortschreitet. Eine Lichtaufnahmeeinrichtung nimmt den Sendestrahl auf, der von einem Objekt zurückkehrt, das sich innerhalb des Meßbereichs be-

findet. Durch die Verwendung des sich drehenden Polygonspiegels ist eine zweidimensionale Abtastung in vorderer Richtung möglich, wobei durch die Drehung des Polygonspiegels eine horizontale Schwenkung des Pulsstrahls und durch die mit unterschiedlichen Winkeln geneigten Polygonspiegelflächen eine vertikale Schwenkung des Pulsstrahls möglich ist. Auf Grundlage der Zeit zwischen einem Senden des Pulsstrahls und einem Aufnehmen des reflektierten Strahls bestimmt eine Berechnungsschaltung einen Abstand, einen Winkel und eine Relativgeschwindigkeit zu einem erfaßten vorausfahrenden Fahrzeug.

Eine solche auf Licht basierende Radarvorrichtung wird im weiteren ebenfalls als LIDAR-Sensor bezeichnet.

Aus der DE 195 30 065 A1 ist ein monostatischer FMCW-Radarsensor für ein Fahrzeug zur Detektion von Objekten bekannt. Bei diesem Radarsensor werden über Antennen-Feeds, die sowohl zum Senden als auch zum Empfangen eines entsprechenden Echosignals ausgebildet sind, hochfrequente Mikrowellenstrahlen (im Bereich von ca. 76 bis 77 GHz) abgestrahlt. Die Strahlen werden in Sende- und Empfangsrichtung von im Strahlengang liegenden dielektrischen Stielstrahlern konzentriert und von einer dielektrischen Linse fokussiert. Die Millimeter-Wellen werden mittels eines Gunn-Oszillators erzeugt, der von einem Stabilisierungsnetzwerk angesteuert wird, das ein Linearisierungsnetzwerk mit einem Frequenzregler enthält. Die so erzeugten Millimeter-Wellen werden über Leitungen auf parallel geschaltete Ratraceringe geführt, um von dort über die Antennen-Feeds abgestrahlt zu werden. Die von einem möglichen Zielobjekt reflektierten Millimeter-Wellen gelangen über die Antennen-Feeds, die Ratraceringe und über Ringmischer zur weiteren Signalverarbeitung. Über die Ringmischer wird ein Teil der Energie des Gunn-Oszillators abgezweigt und heruntergemischt. Für die weitere Signalbearbeitung ist für jeden Empfangskanal eine gesonderte Auswertung vorhanden, die unter anderem einen Verstärker, einen Tiefpaßfilter, einen nachgeschalteten Bewertungsfilter und einen A/D-Wandler enthält. Die nach der A/D-Wandlung erhaltenen Signale werden mittels einer Fast-Fourier-Transformation ausgewertet.

Ein entsprechend ausgelegter FMCW-Radarsensor hat eine Reichweite von ca. 150 m und wird bevorzugt für die Detektion von einem oder mehreren Objekten bei einem Fahrzeug eingesetzt.

Ein solcher FMCW-Radarsensor wird im folgenden auch als ACC-Radarsensor (Adaptive Cruise Control) oder einfach ACC-Sensor bezeichnet.

Die DE 197 24 496 A1 offenbart eine Hinderniserfassungsvorrichtung und eine diese verwendende Insassensicherheitsvorrichtung. Die Hinderniserfassungsvorrichtung ermittelt die Entfernung zwischen einem Hindernis und einem Fahrzeug mittels zweier Entfernungsmeßsensoren, und umfaßt eine Aufprallwinkelberechnungseinrichtung, bei der eine Vielzahl von Positionen des Hindernisses durch Triangulation auf der Basis der durch die beiden Entfernungsmeßsensoren bereitgestellten Entfernungsinformation berechnet werden. Es wird zudem aus dem Ort des Hindernisses, der mittels der berechneten Vielzahl der Positionen des Hindernisses berechnet wird, ein zwischen dem Hindernis und dem Fahrzeug gebildeter Aufprallwinkel bestimmt. Die beiden zum Einsatz kommenden Entfernungsmeßsensoren sind links und rechts am vorderen Teil eines Kraftfahrzeugs angebracht und sind als Radarsensoren ausgeführt. Der maßgeblich Entfernungsmeßbereich der Sensoren liegt im Bereich unterhalb eines Meters.

Eine solche Hinderniserfassungsvorrichtung wird im folgenden auch als PreCrash-Sensor oder als Short-Range-Radar bezeichnet.

Aus der US 5,872,536 ist ein Multi-Sensor-Objektdetektionssystem bekannt, das die momentane Entfernung, die relative Geschwindigkeit, den Kollisionswinkel und den Aufprallpunkt eines kollidierenden Objekts bestimmt. Das System besteht aus einer Mehrzahl von Signalgebern, die innerhalb eines bestimmten Winkelbereichs einen vorgegebenen Bereich überwachen. Jeder Signalgeber sendet eine modulierte Trägerwelle aus und empfängt die entsprechende von einem Objekt reflektierte modulierte Trägerwelle. Aus den reflektierten Signalen wird unter Ausnutzung des Dopplereffekts der Abstand des Objekts zu jedem einzelnen Signalgeber anhand der Amplituden der harmonischen Komponenten des reflektierten Signals bestimmt. Anhand der Frequenzen der harmonischen Komponenten des reflektierten Signals wird die momentane Relativgeschwindigkeit zu dem Objekt bestimmt. Eine Aufprallbestimmungseinheit bestimmt anhand der Abstands- und Relativgeschwindigkeitsdaten, ob es zu einer Kollision kommt und wenn ja, wo der Aufprallpunkt liegen wird und unter welchem Winkel es zur Kollision kommt.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel sieht die Verwendung von zwei Signalgebern vor, die in einem Frequenzbereich von 5,8 GHz arbeiten. Die maximale Reichweite des Sensorsystems liegt bei 3 Meter, wobei sich ein besonders sensibler Bereich bis zu einer Reichweite von ca. 1,5 Metern ergibt. Ein solches Sensorsystem wird im folgenden ebenfalls als Pre-Crash-Sensor oder als Short-Range-Radar bezeichnet.

Aus der DE 42 35 619 C2 ist eine Entfernungsbestimmungseinrichtung für Automobile bekannt, die mit einer Abbildungs- und Bildaufnahmeverrichtung zum Abbilden von Gegenständen in einem vorgegebenen Bereich außerhalb des Automobils ausgestattet ist. Das Entfernungsbestimmungssystem ist mit einem stereoskopischen optischen System versehen und enthält eine stereoskopische Bildverarbeitungsvorrichtung zum Bearbeiten der von dem optischen System gemachten Abbildungen, um dreidimensionale Entfernungsdaten zu berechnen. Das System ist in der Lage in einem Entfernungsbereich zwischen 2 m und 100 m ein mögliches Hindernis und die Form der Straße zu erkennen, sofern das System im oberen Bereich hinter der Windschutzscheibe angeordnet ist. Das stereoskopische optische System enthält Kameras, in denen bildgebende Festkörperelemente, wie CCD (charge coupled device), Verwendung finden. Insgesamt sind in dem System vier CCD-Kameras vorhanden, wobei zwei für die Beobachtung kurzer Distanzen und zwei für die Beobachtung großer Distanzen angeordnet sind.

Eine solche Entfernungsbestimmungseinrichtung wird im folgenden auch als stereoskopische Kamera bezeichnet.

Aus der DE 42 09 536 C2 ist eine Bildzelle für einen Bildaufnehmer-Chip bekannt. Von den Bildzellen ist eine Vielzahl in Form eines zweidimensionalen Arrays angeordnet. Es ist eine Auswertelogik vorgesehen, die zur Abbildung einer hohen Eingangssignaldynamik auf eine hohe Ausgangssignaldynamik ausgelegt ist. Das lichtempfindliche Element der Bildzelle besteht aus zwei MOS-Transistoren, mit denen die Kompression der Eingangssignaldynamik und die Verstärkung des Ausgangssignals geregelt werden kann. Ein solcher Bildsensor kann insbesondere im sichtbaren Spektralbereich eingesetzt werden.

Eine solche Anordnung von Bildzellen wird im folgenden auch als CMOS-Kamera bezeichnet.

Aus der DE 196 22 777 A1 ist ein Sensorsystem zur automatischen relativen Positionsbestimmung zwischen zwei Objekten bekannt. Das Sensorsystem besteht aus einer Kombination eines winkelunabhängigen Sensors und eines winkelabhängigen Sensors. Der nicht winkelauflösende und

somit winkelunabhängige Sensor ist als ein Sensor ausgeführt, der über eine Laufzeitmessung den Abstand zu einem Objekt auswertet. Als mögliche Sensoren werden RADAR-, LIDAR- oder Ultraschallsensoren vorgeschlagen. Der winkelabhängige Sensor besteht aus einer geometrischen Anordnung von optoelektronischen Sendern und Empfängern, die in Form von Lichtschranken angeordnet sind. Die Sensoren, die beide einen gemeinsamen Detektionsbereich abdecken sind räumlich eng benachbart angeordnet. Um eine relative Position zu dem Objekt zu bestimmen, wird mittels des winkelunabhängigen Sensors der Abstand zu dem Objekt und mittels des winkelauflösenden Sensors der Winkel zu dem Objekt bestimmt. Auf Basis des Abstands und des Winkels zu dem Objekt ist die relative Position zu dem Objekt bekannt. Als Alternative zu der genannten Anordnung von optoelektronischen Sendern und Empfängern wird eine Verwendung von zwei Sensoren vorgeschlagen, die gemeinsam nach dem Triangulationsprinzip den Winkel zu dem Objekt bestimmen.

Die DE 41 10 132 A1 offenbart ein Fahrzeugabstandssteuergerät, das mittels einer Steuereinheit das Drosselstellglied eines Fahrzeugs, das Bremsstellglied des Fahrzeugs sowie eine Alarmvorrichtung in dem Fahrzeug ansteuert. Der Steuereinheit werden als Eingangsdaten unter anderem die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Daten zweier Bereichssucher und eines Spurverfolgungsbereichssuchers zugeführt. Die beiden Bereichssucher sind als optische Bereichssucher ausgebildet, die Licht auf ein Objekt abstrahlen und das von dem Objekt reflektierte Licht erfassen. Es sind dabei Typen vorgesehen, die nach dem Laufzeit- oder dem Triangulationsprinzip arbeiten. Die beiden Bereichssucher sind jeweils an den beiden äußeren Seiten an der Frontseite des Fahrzeugs angebracht und überwachen die vorausliegende Fahrspur auf von benachbarten Spuren her einscherende Fahrzeuge. Der Spurverfolgungsbereichssucher weist ein Paar parallel zueinander angeordneter optischer Linsen sowie entsprechend hinter den Linsen angeordnete Bildsensoren auf. Der Spurverfolgungsbereichssucher dient dazu, ein in der eigenen Fahrspur vorausfahrendes anderes Fahrzeug zu beobachten und dieses für die Fahrzeugabstandsregelung auszuwählen. Falls während des geregelten Betriebs von einem der beiden Bereichssucher das Einscheren eines Fahrzeugs festgestellt wird, wird die Alarmvorrichtung aktiviert. Diese Schrift stellt somit eine Kombination von LIDAR-Sensoren mit einer stereoskopischen Kamera dar.

Die DE 195 18 978 A1 beschreibt ein Hinderniserfassungssystem für Kraftfahrzeuge, welches zusätzlich zur Entfernung zu einem Hindernis noch dessen Breite und Höhe bestimmen kann. Die Entfernung zu einem Gegenstand, der sich vor dem Kraftfahrzeug befindet, und die Breite des Gegenstands, werden durch eine Laserradarentfernungsmeßeinheit festgestellt. Auf Grundlage der von der Laserradarentfernungsmeßeinheit gelieferten Abstandsinformation wird bei einer optischen Abbildungseinheit, die aus einer vertikal angeordneten Stereo-Videokameravorrichtung besteht, ein entsprechendes Fenster zur Abbildung ausgewählt. In Kenntnis der zuvor bestimmten Abstandsinformation ist es im Rahmen der Bildauswertung möglich, die Größe und somit die Höhe des detektierten Gegenstands zu bestimmen. Für den Fall, daß ein Fehler entweder in der Laserradarentfernungsmeßeinheit oder der Stereo-Videokameraeinheit auftritt, kann zumindest noch die Information in bezug auf die Entfernung zum Gegenstand oder Hindernis ermittelt werden. Diese Schrift stellt somit eine Kombination eines LIDAR-Sensors mit einer stereoskopischen Kamera dar.

Aufgabe, Lösung und Vorteile der Erfindung

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Objektdetektionssystem anzugeben, das in der Lage ist, Objekte in einem möglichst großen Detektionsbereich zuverlässig und genau zu detektieren.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß das Objektdetektionssystem aus einer Kombination von wenigstens drei Objektdetektoren besteht, die jeweils einen anderen Detektionsbereich und/oder eine andere Detektionsreichweite aufweisen. Dies hat den Vorteil, daß für jeden einzelnen Detektionsbereich der für diesen Bereich optimale Objektdetektor eingesetzt werden kann. Durch diese Maßnahme können Objekte besonders zuverlässig und genau detektiert werden.

Bei einem Objektdetektionssystem, das insbesondere für ein System zur adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelung (ACC-System) in einem Kraftfahrzeug verwendet wird, ist es vorteilhaft, daß die Detektionsbereiche maßgeblich in Fahrtrichtung vor dem Kraftfahrzeug liegen, wobei sich die Detektionsbereiche überschneiden. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die maximale Detektionsreichweite des Objektdetektors mit der größten Detektionsreichweite wenigstens im Bereich von 100 m liegt und die Detektionsreichweite des Objektdetektors mit der geringsten Detektionsreichweite im Bereich unterhalb von 1 m beginnt. Weiterhin vorteilhaft ist, daß der Detektionsbereich des Objektdetektors mit der größten Detektionsreichweite wenigstens in Teilen des Detektionsbereiches eine Detektionsbreite aufweist, die eine Detektion von Objekten in zu dem eigenen Kraftfahrzeug angrenzenden Fahrspuren ermöglicht. In Bezug auf den Detektionsbereich des Objektdetektors mit der geringsten Detektionsreichweite ist es vorteilhaft, wenn dieser eine Detektionsbreite aufweist, die wenigstens der Breite des eigenen Kraftfahrzeugs entspricht. Hierdurch wird sichergestellt, daß in jedem Detektionsbereich die erforderliche Detektionsbreite überwacht wird.

Besonders vorteilhaft ist es, daß die Objektdetektoren nach wenigstens zwei verschiedenen technischen Konzepten arbeiten. Vorteilhafterweise wird als technisches Konzept wenigstens eines der folgenden eingesetzt:

1. Auf akustischen Signalen basierende Objektdetektion, insbesondere Ultraschall.
2. Auf elektromagnetischer Mikrowellenstrahlung basierende Objektdetektion, insbesondere FMCW-Radar und/oder Pulsradar.
3. Auf Bildauswertung basierende Objektdetektion, insbesondere stereoskopische Kamera und/oder CMOS-Kamera.
4. Auf gebündeltem Licht basierende Objektdetektion, insbesondere LIDAR-Sensor.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform ergibt sich, wenn genau drei Detektionsbereiche unterschieden werden. Hierbei wird im ersten Detektionsbereich ein auf elektromagnetischer Mikrowellenstrahlung basierender Objektdetektor eingesetzt, während im zweiten Detektionsbereich ein auf optischer Strahlung und/oder ein auf Bildauswertung basierender Objektdetektor zum Einsatz kommt. Im dritten Detektionsbereich wird wiederum ein auf elektromagnetischer Mikrowellenstrahlung basierender Objektdetektor verwendet. Diese spezielle Objektdetektoranordnung vereint in ganz besonderer Weise die Vorteile der einzelnen Objektdetektortypen. Bei dieser Anordnung ist es vorteilhaft, daß der erste Objektdetektor eine Detektionsreichweite von ca. 0,5 m bis ca. 7 m aufweist. Der zweite Objektdetektor hat eine Detektionsreichweite von ca. 2 m bis ca. 40 m und der dritte Objektdetektor eine Detektionsreichweite von

mehr als ca. 40 m. Bei dieser Anordnung überschneiden sich in besonders vorteilhafter Weise die ersten beiden Detektionsbereiche um ca. 5 m. Der zweite und der dritte Detektionsbereich überschneiden sich ebenfalls. Die auf diese Weise entstehende Überschneidung der Detektionsbereiche kann genutzt werden, um die aus diesen Bereichen stammenden Meßwerte zu gesonderten Auswertungen zu verwenden. Diese gesonderten Auswertungen können beispielsweise ein gemeinsames Tracking der detektierten Objekte im Überschneidungsbereich und/oder eine Funktionsüberwachung der Objektdetektoren und/oder eine Plausibilisierung der Meßdaten sein.

Vorteilhaft ist es weiterhin, daß die Objektdetektoren zu wenigstens einer weiteren Anwendung genutzt werden. Dies kann eine Einparkhilfe, eine Precrash-Erkennung, eine Anfahrüberwachung, eine Straßenoberflächen- beziehungsweise Zustandserkennung, eine Verkehrszeichenerkennung, eine Sichtweitenerkennung beziehungsweise Sichtweitenbestimmung, eine adaptive Lichtverteilung, eine Scheinwerferhöhenverstellung oder eine Wettererkennung beziehungsweise ein Regensensor sein. Die hat den Vorteil, daß sonstige zusätzliche Sensoren für diese Anwendungen entfallen können.

Ganz besonders vorteilhaft ist es, das Objektdetektionssystem im Rahmen eines Systems zur adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelung einzusetzen, wobei das System in der Lage ist, die Geschwindigkeit kontinuierlich zwischen dem Stillstand und der Höchstgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs zu regeln. Diese um die "Stehen-und-Fahren-Funktionalität" (Stop & Go) erweiterte adaptive Fahrgeschwindigkeitsregelung ist ein bevorzugtes Anwendungsgebiet des erfindungsgemäßen Objektdetektionssystems.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Zeichnungen detailliert erläutert:

Fig. 1 zeigt ein Kraftfahrzeug, das mit dem erfindungsgemäßen Objektdetektionssystem ausgestattet ist,

Fig. 2 zeigt das gleiche Fahrzeug mit dem Objektdetektionssystem, jedoch mit beispielhaft detektierten Objekten,

Fig. 3 zeigt eine mögliche Anordnung der einzelnen Objektdetektoren im Frontbereich des Kraftfahrzeugs,

Fig. 4 zeigt ein Kraftfahrzeug, das mit einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Objektdetektionssystems ausgestattet ist,

Fig. 5 zeigt ein Kraftfahrzeug, das mit einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Objektdetektionssystems ausgestattet ist.

Fig. 1 zeigt eine mehrspurige Straße 1, auf der ein Kraftfahrzeug 2 fährt. Das Kraftfahrzeug 2 ist dabei mit dem erfindungsgemäßen Objektdetektionssystem ausgestattet. Das im Rahmen dieses Ausführungsbeispiels vorgestellte Objektdetektionssystem besteht aus einer Kombination von drei Objektdetektoren, die jeweils einen anderen Detektionsbereich aufweisen, wobei sich die Detektionsbereiche teilweise überschneiden. Die in Fahrtrichtung vor dem Kraftfahrzeug liegenden Detektionsbereiche sind mit den Bezugszeichen 3, 4 und 5 bezeichnet. Deutlich erkennbar sind die Überschneidungen zwischen den Bereichen 3 und 4 sowie zwischen den Bereichen 4 und 5. Weiterhin deutlich erkennbar ist, daß jeder der Detektionsbereiche 3, 4 und 5 wenigstens eine Detektionsbreite aufweist, die der Breite des Kraftfahrzeugs 2 entspricht. Die Detektionsbereiche 4 und 5 erfassen in bestimmten Bereichen die zu dem eigenen Kraftfahrzeug 2 angrenzenden Fahrspuren. Es ist ebenfalls leicht erkennbar, daß alle drei Detektionsbereiche 3, 4 und 5 unterschiedliche Winkelaufweitungen besitzen. Je geringer

die Detektionsreichweite eines Detektionsbereiches ist, desto größer ist die Winkelaufweitung des entsprechenden Detektionsbereiches. Der erste Detektionsbereich 3 hat somit die größte Winkelaufweitung und ist damit in der Lage bereits unmittelbar vor dem Fahrzeug 2 eine breite Detektionsabdeckung zur Verfügung zu stellen. Der Objektdetektor dieses ersten Detektionsbereiches 3 hat eine Detektionsreichweite, die unmittelbar vor dem Kraftfahrzeug beginnt und ca. 7 m in Fahrtrichtung reicht. Der in diesem Bereich eingesetzte Objektdetektor kann beispielsweise ein auf elektromagnetischer Mikrowellenstrahlung basierender sogenannter Short-Range-Radar sein, wie er im Rahmen der Würdigung des Standes der Technik beschrieben worden ist. Insbesondere, wenn der Short-Range-Radar schon unmittelbar vordem Kraftfahrzeug 2 eine große Detektionsbreite aufweisen soll, kann es erforderlich sein, mehr als einen Short-Range-Radar an der Front des Kraftfahrzeuges 2 anzubringen. Dieser Objektdetektor kann zusätzlich zur Kombination mit den weiteren Objektdetektoren zu einem Objektdetektionssystem zu weiteren Anwendungen wie beispielsweise der Einparkhilfe, der Precrash-Erkennung oder der Anfahrüberwachung verwendet werden. Der zweite in diesem Ausführungsbeispiel dargestellte Detektionsbereich 4 kann beispielsweise ein auf optischer Strahlung und/oder ein auf Bildauswertung basierender Objektdetektor sein. Ein möglicher auf optischer Strahlung beziehungsweise Laserstrahlung basierender Objektdetektor kann ein LIDAR-Sensor sein, wie er im Rahmen der Würdigung des Standes der Technik beschrieben worden ist. Dieser LIDAR-Sensor, der ein Detektionsbereich von ca. 2 m bis zu 40 m abdeckt, weist in diesem Bereich eine besonders scharfe laterale und vertikale Erfassung der zu detektierenden Objekte auf. Dies rührt von dem stark gebündelten Lichtstrahl eines solchen Systems her. Kommen beispielsweise Infrarotstrahlen zum Einsatz, so ist eine Bündelung von weniger als 1° möglich. Ein solcher LIDAR-Sensor bietet darüber hinaus den Vorteil, daß er beispielsweise zusätzlich zur Sichtweitenerkennung oder zur Wettererkennung beziehungsweise als Regensensor eingesetzt werden kann. Voraussetzung für die Möglichkeit der Sichtweitenerkennung ist hierbei, daß der LIDAR-Sensor eine Spektrummessung des reflektierten Lichtstrahls vornehmen kann. Alternativ oder auch zusätzlich zu dem beschriebenen LIDAR-Sensor für den Detektionsbereich 4, kann für diesen Bereich auch eine stereoskopische Kamera und/oder eine CMOS-Kamera eingesetzt werden, wie sie im Rahmen der Würdigung des Standes der Technik beschrieben worden ist. Eine solche Kamera bietet insbesondere im Zusammenhang mit einem System zur adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelung (ACC-System) den Vorteil, daß eine verbesserte Objektklassifikation möglich ist. Weiterhin bietet die Kamera den Vorteil, daß parallel zur Objektklassifikation eine Fahrspurerkennung durchgeführt werden kann. Hierdurch kann ein im Speicher abgelegtes detektiertes Objekt beispielsweise mit dem Attribut "in eigener Fahrspur" oder "nicht in eigener Fahrspur" versehen werden, was Vorteile bei der weiteren Behandlung/Auswertung der Objektdaten bietet. Eine solche Kamera kann beispielsweise zusätzlich zur Erkennung von Verkehrsschildern, als Sichtweitensensor, für eine adaptive Lichtverteilung (ALV) oder in Kombination oder anstatt mit einem Nickwinkelsensor zur Leuchtweitenregelung/Höhenverstellung der Scheinwerfer eingesetzt werden. Die vorgeschlagenen Detektoren für diesen zweiten Detektionsbereich 4 werden von äußeren Einflüssen wie Nebel, Regen oder Schnee mehr oder weniger stark beeinflusst, da sie von der optischen Sichtweite abhängig sind. Aus diesem Grund bietet sich für den dritten Detektionsbereich 5 insbesondere ein Objektdetektor an, der diese Abhängigkeit nicht besitzt, da die Auswirkungen

durch äußere Einflüsse mit größer werdender Entfernung vom eigenen Kraftfahrzeug 2 stark zunehmen. Hierzu kann beispielsweise ein Radarsensor eingesetzt werden, wie er von adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelungen wie zum Beispiel Adaptive Cruise Control (ACC) bekannt ist und wie er im Rahmen der Würdigung des Standes der Technik beschrieben worden ist. Dieser ACC-Radarsensor weist einen Detektionsbereich auf, der eine Reichweite von bis zu 150 m und wenigstens in Teilen des Detektionsbereiches eine Detektionsbreite von bis zu drei Fahrspuren und breiter besitzt. Im allgemeinen ist die Detektionsbreite eines ACC-Radarsystems entfernungsabhängig und weitet sich in der Regel vom ACC-Radarsensor ausgehend fächerförmig auf. Ein solches ACC-Radarsystem arbeitet üblicherweise in einem Frequenzbereich von ca. 77 GHz. Der Übergangsbereich zwischen den Detektionsbereichen 4 und 5 liegt in diesem Ausführungsbeispiel bei ca. 40 m. Es sind jedoch auch Überschneidungen möglich, die einen größeren und/oder kleineren Überschneidungsbereich der einzelnen Detektionsbereiche aufweisen. Ein entsprechendes Ausführungsbeispiel wird im Rahmen der Erläuterung zu Fig. 4 beschrieben. Es wird somit in Fig. 1 ein Objektdetektionssystem gezeigt, das durch die erfindungsgemäße Kombination von drei Objektdetektoren einen Detektionsbereich mit einer Länge bis zu 150 m und einer Breite von bis zu drei Fahrspuren und breiter abdeckt.

In Fig. 2 ist wiederum eine mehrspurige Straße 1, ein Kraftfahrzeug 2 mit einem erfindungsgemäßen Objektdetektionssystem, sowie ein erster Detektionsbereich 3, ein zweiter Detektionsbereich 4 und ein dritter Detektionsbereich 5 dargestellt. Zusätzlich sind in Fig. 2 gegenüber Fig. 1 drei mögliche Zielobjekte 6, 7 und 8, in diesem Ausführungsbeispiel als Kraftfahrzeuge, dargestellt. Im allgemeinen ist das Objektdetektionssystem jedoch in der Lage verschiedenste stehende und/oder bewegte Ziele zu detektieren. Dies können beispielsweise im innerstädtischen Verkehr auch Fußgänger und/oder Fahrradfahrer sein, die die Straße 1 vor dem Kraftfahrzeug 2 überqueren beziehungsweise betreten. In der vorliegenden Fahrsituation wird das Kraftfahrzeug 6 von dem ersten Detektionsbereich 3 und vom zweiten Detektionsbereich 4 erfaßt. Das zweite Kraftfahrzeug 7 wird von den Detektionsbereichen 4 und 5 erfaßt, während das Kraftfahrzeug 8 nur vom Detektionsbereich 5 erfaßt wird.

Wäre beispielsweise nur das Kraftfahrzeug 8 auf der Straße vorhanden, so könnte mit dem erfindungsgemäßen Objektdetektionssystem festgestellt werden, daß sich das Kraftfahrzeug 8 in einer zur eigenen Fahrspur des Kraftfahrzeuges 2 angrenzenden Fahrspur befindet. Dies kann beispielsweise bei Einsatz eines stereoskopischen Kamerasystems und/oder einer CMOS-Kamera durch eine Fahrspurerkennung bis ca. 50 m mit anschließender Extrapolation der Fahrspur geschehen. Ebenso möglich wäre eine auf den Daten des ACC-Radarsensors basierende Fahrbahnranderkennung zur Bestimmung der Fahrspuren. Weiterhin möglich wäre eine Projektion des eigenen Fahrschlauchs, die zusätzlich zu den Daten der Objektdetektoren beispielsweise einen Drehratensensor und weitere unterstützende Sensorik auswertet. Dieser projizierte eigene Fahrschlauch entspricht dann in der Regel der eigenen vorausliegenden Fahrspur. Das Kraftfahrzeug 8 würde somit keinen Einfluß auf die Regelung des eigenen Kraftfahrzeuges 2 haben und das Kraftfahrzeug 2 würde seine Fahrt ungehindert fortsetzen. Bei einem System zur adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelung (ACC) würde dies beispielsweise zur Folge haben, daß das eigene Kraftfahrzeug 2 auf die vom Fahrer voreingestellte Wunschgeschwindigkeit beschleunigt wird.

Wäre beispielsweise nur das Kraftfahrzeug 7 als einziges

Zielobjekt vor dem eigenen Kraftfahrzeug 2 auf der Straße vorhanden, so würde das Objektdetektionssystem feststellen, daß sich dieses Kraftfahrzeug 7 in der eigenen vorausliegenden Fahrspur befindet. Dies hätte bei einem System zur adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelung (ACC) beispielsweise zur Folge, daß das Kraftfahrzeug 7 als Zielobjekt für eine Regelung ausgewählt wird. Das System zur adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelung (ACC) würde, falls das eigene Kraftfahrzeug 2 zu schnell beziehungsweise zu dicht auf das Kraftfahrzeug 7 auffährt, das Kraftfahrzeug 2 automatisch verzögern. Es würde die automatische Regelung des adaptiven Fahrgeschwindigkeitsreglers (ACC) einsetzen, der das Kraftfahrzeug 2 in einem sicheren Abstand hinter dem Kraftfahrzeug 7 hält. Für den Fall, daß sich das Kraftfahrzeug 7 schneller vorwärts bewegt als das eigene Kraftfahrzeug 2, würde das eigene Kraftfahrzeug 2 automatisch auf die vom Fahrer voreingestellte Wunschgeschwindigkeit beschleunigt werden. Dieser letzte Betriebsfall entspricht der Tempomat-Funktion.

Wäre auf der vorausliegenden Straße lediglich das Kraftfahrzeug 6 vorhanden, so würde dies von den Detektionsbereichen 3 und 4 erfaßt werden. Würde dieses Kraftfahrzeug 6 nun aus unerklärlichen Gründen plötzlich abbremsen, so würde von dem in diesem Detektionsbereich verwendeten Short-Range-Radar diese Gefahr für das Kraftfahrzeug 2 unmittelbar erkannt. Wird von dem Short-Range-Radar festgestellt, daß eine Kollision mit dem Kraftfahrzeug 6 unvermeidlich erscheint, so wird von diesem Short-Range-Radar ein entsprechendes Pre-crash-Signal abgegeben. Dieses Signal kann genutzt werden um im Kraftfahrzeug 2 Maßnahmen einzuleiten, die das Kraftfahrzeug 2 auf den bevorstehenden Crash vorbereiten. Dies kann beispielsweise das Straffen der Sicherheitsgurte und/oder die Vorbereitung der Airbagauslösung sein.

Immer dann, wenn sich ein Zielobjekt im Überschneidungsbereich von zwei Detektionsbereichen befindet, wie es in der Fig. 2 das Kraftfahrzeug 6 zwischen den Detektionsbereichen 3 und 4 und das Kraftfahrzeug 7 zwischen den Detektionsbereich 4 und 5 ist, können die redundanten Meßwerte die aus diesem Überschneidungsbereich geliefert werden, zu gesonderten Auswertungen genutzt werden. Hierbei ist in erster Linie das gemeinsame Tracking also die Zielverfolgung der detektierten Objekte im Überschneidungsbereich zu nennen. Dieses gemeinsame Tracking bietet im Betrieb funktionelle Vorteile, wie beispielsweise die Erhöhung der Meßgenauigkeit oder die Detektionssicherheit. Da es bei einem Objektdetektor unter Umständen zu Meßaussetzern kommen kann, es jedoch weniger wahrscheinlich ist, daß zwei Objektdetektoren gleichzeitig einen Meßaussetzer aufweisen, kann somit durch die redundanten Daten von zwei Objektdetektoren die Detektionssicherheit erhöht werden. Ein weiterer Vorteil des gemeinsamen Trackings ist die schnellere und sicherere Übergabe eines beobachteten Zielobjektes von einem Detektionsbereich in den nächsten Detektionsbereich bei der Auswertung der Daten der Objektdetektoren. Weiterhin möglich ist eine Funktionsüberwachung der Objektdetektoren anhand dieser Meßwerte und/oder eine Plausibilisierung der Meßdaten selbst. Hierbei kann überprüft werden, inwieweit die Meßdaten der unterschiedlichen Objektdetektoren übereinstimmen und eine mögliche Dejustage und/oder Ausfall und/oder Verschmutzung des Objektdetektionssystems bestimmt werden. Gegebenenfalls können die Meßdaten zu einer Justage und/oder Kalibrierung eines Objektdetektors genutzt werden.

Insbesondere mit Blick auf zukünftige Funktionserweiterungen im Rahmen eines Systems zur adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelung wie der Stop & Go-Funktionalität kann das erfindungsgemäße Objektdetektionssystem bevor-

zugt eingesetzt werden. Hierbei muß das System in der Lage sein, die Geschwindigkeit kontinuierlich zwischen dem Stillstand und der Höchstgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs zu regeln. Diese um die "Stehen-und-Fahren-Funktionalität" (Stop & Go) erweiterte adaptive Fahrgeschwindigkeitsregelung (Stop & Go-System) ist eine Weiterentwicklung, die heutige Systeme in der Regel nicht bieten. Vielmehr werden heutige Systeme beispielsweise in einem Geschwindigkeitsbereich unterhalb von 30 Stundenkilometern automatisch deaktiviert. Die erweiterte Stop & Go-Funktionalität erfordert die Reaktion des Systems auf stehende Objekte, die schnelle Reaktion auf in die eigene Fahrspur einscherende Fahrzeuge im dichten Verkehr und die Möglichkeit der automatischen Geschwindigkeitsreduktion bis hin zum vollständigen Stop des eigenen Fahrzeugs. Eine weitere mögliche Funktionalität eines Stop & Go-Systems ist das "bedingte Go". Hierbei erhält der Fahrer eines sich im Stand befindlichen Fahrzeugs einen Hinweis, daß ein vor ihm stehendes Fahrzeug angefahren ist. Wenn der Fahrer aufgrund dieses Hinweises eine entsprechende Bestätigung auslöst (beispielsweise mittels eines Bedienhebels oder einer Spracheingabe wie "Go") kann das eigene Fahrzeug automatisch anfahren.

Fig. 3 zeigt eine mögliche Anordnung der einzelnen Objektdetektoren des Objektdetektionssystems. Dargestellt ist eine Straße 9, auf der sich ein Kraftfahrzeug 10 in Fahrtrichtung 11 bewegt. Die in diesem Ausführungsbeispiel verwendeten Objektdetektoren sind ein Short-Range-Radar 12, ein LIDAR-Sensor 13, eine stereoskopische Kamera und/oder eine CMOS-Kamera 14 und ein ACC-Radarsensor 15. Der Short-Range-Radar 12 besteht in diesem Ausführungsbeispiel aus einer zweigeteilten Sensorik, um auch in geringen Entfernungen vor dem eigenen Kraftfahrzeug 10 die volle Detektionsbreite aufzuweisen. Wie aus der Fig. 3 ersichtlich, kann die stereoskopische Kamera 14 beispielsweise an einer hochgelegenen Position im Innenraum des Kraftfahrzeugs, beispielsweise hinter dem inneren Rückspiegel, angebracht werden.

Unter der Voraussetzung, daß für den Detektionsbereich 16 ein Objektdetektor zum Einsatz kommt, der auch in diesen kurzen Entfernungen noch Meßwerte von hinreichender Genauigkeit liefert, bietet diese gegenüber Fig. 1 vergrößerte Redundanz der Detektionsbereiche alle im Rahmen der bisherigen Beschreibung genannten Vorteile.

Fig. 5 zeigt ein Kraftfahrzeug 2, das mit einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Objektdetektionssystems ausgestattet ist. Hierbei bewegt sich analog zu den Fig. 1 und 4 ein Kraftfahrzeug 2 auf einer mehrspurigen Straße 1. Das Kraftfahrzeug 2 ist mit einem erfindungsgemäßen Objektdetektionssystem ausgestattet. Die Detektionsbereiche 3 und 4 sind identisch mit den in den Fig. 1 und 4 gezeigten Detektionsbereichen 3 und 4. Im Gegensatz zu den in den Fig. 1 und 4 gezeigten Ausführungsformen ist bei diesem Ausführungsbeispiel der Detektionsbereich 17 des Objektdetektors mit der größten Detektionsreichweite ein anderer. Deutlich erkennbar ist, daß der Detektionsbereich 17 die gleiche maximale Detektionsreichweite wie der Detektionsbereich 5 aus Fig. 1 und der Detektionsbereich 16 aus Fig. 4 aufweist. Der Detektionsbereich 17 beginnt jedoch nicht in so kurzer Entfernung vor dem Kraftfahrzeug 2 wie der Detektionsbereich 16 nach Fig. 4. Dies hat zur Folge, daß sich der Detektionsbereich 17 mit dem Detektionsbereich 4 überschneidet und in den Detektionsbereich 3 teilweise hineinragt.

Im allgemeinen liegen beliebige Überschneidungsmöglichkeiten der unterschiedlichen Detektionsbereiche im Rahmen des erfindungsgemäßen Objektdetektionssystems. Es liegt weiterhin im Rahmen des erfindungsgemäßen Ob-

jekt detektionssystem, daß die Anzahl der Detektionsbereiche vermindert oder erhöht werden kann. Diese Auswahl ist dem Fachmann entsprechend der spezifischen Anforderungen an das jeweilige Objektdetektionssystem überlassen. Ebenso möglich ist eine beliebige Kombination von verschiedenen Objektdetektoren innerhalb eines Detektionsbereiches. Auch hierbei wird die entsprechende Auswahl dem Fachmann überlassen.

Sowohl in dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 (Detektionsbereiche 3, 4 und 5), in dem nach Fig. 4 (Detektionsbereiche 3, 4 und 16) als auch in dem nach Fig. 5 (Detektionsbereiche 3, 4 und 17) ist der gesamte Detektionsbereich des Objektdetektionssystems so ausgelegt, daß in jeder Entfernung vom eigenen Kraftfahrzeug die relevanten Bereiche/Teile der an die eigene Fahrspur angrenzenden Fahrspuren beobachtet werden.

In der gesamten vorliegenden Beschreibung ist unter dem Detektionsbereich eines Objektdetektors der meßtechnisch sinnvoll auswertbare Detektionsbereich des physikalischen Detektionsbereiches eines Objektdetektors zu verstehen. Rein physikalisch sind die Grenzen der Detektionsbereiche der beschriebenen Objektdetektoren nicht derart scharf abgrenzbar, wie es in den Figuren gezeigt ist. Die zur Auswertung herangezogenen meßtechnisch sinnvoll auswertbaren Detektionsbereiche sind hingegen durch geeignete Maßnahmen in der Hard- und/oder Software des erfindungsgemäßen Objektdetektionssystems in der Weise abgrenzbar, wie es beispielhaft in den Ausführungsbeispielen gezeigt ist.

Patentansprüche

1. Objektdetektionssystem, insbesondere für ein Kraftfahrzeug (2, 10), dadurch gekennzeichnet, daß das Objektdetektionssystem aus einer Kombination von wenigstens drei Objektdetektoren (12, 13, 14, 15) besteht, die jeweils einen anderen Detektionsbereich (3, 4, 5, 16, 17) und/oder eine andere Detektionsreichweite aufweisen.
2. Objektdetektionssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektionsbereiche (3, 4, 5, 16, 17) maßgeblich in Fahrtrichtung vor dem Kraftfahrzeug (2, 10) liegen, wobei sich die in Fahrtrichtung liegenden Detektionsbereiche (3, 4, 5, 16) überschneiden.
3. Objektdetektionssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die maximale Detektionsreichweite des Objektdetektors (15) mit der größten Detektionsreichweite (5, 16, 17) wenigstens im Bereich von 100 m liegt.
4. Objektdetektionssystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Detektionsbereich des Objektdetektors (15) mit der größten Detektionsreichweite (5, 16, 17) in Teilen des Detektionsbereiches (5, 16, 17) wenigstens eine Detektionsbreite aufweist, die eine Detektion von Objekten in zum eigenen Kraftfahrzeug angrenzenden Fahrspuren ermöglicht.
5. Objektdetektionssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektionsreichweite des Objektdetektors (12) mit der geringsten Detektionsreichweite (3, 4) im Bereich unterhalb von 1 m beginnt.
6. Objektdetektionssystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Detektionsbereich des Objektdetektors (12) mit der geringsten Detektionsreichweite (3, 4) wenigstens eine Detektionsbreite aufweist, die der Breite des eigenen Kraftfahrzeugs (2, 10) entspricht.
7. Objektdetektionssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Objektdetektoren (12, 13, 14,

15) nach wenigstens zwei verschiedenen technischen Konzepten arbeiten.

8. Objektdetektionssystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als technisches Konzept wenigstens eines der folgenden eingesetzt wird:

- Auf akustischen Signalen basierende Objektdetektion, insbesondere Ultraschall.
- Auf elektromagnetischer Mikrowellenstrahlung basierende Objektdetektion, insbesondere FMCW-Radar und/oder Pulsradar.
- Auf Bildauswertung basierende Objektdetektion, insbesondere stereoskopische Kamera und/oder eine CMOS-Kamera.
- Auf gebündeltem Licht basierende Objektdetektion, insbesondere LIDAR.

9. Objektdetektionssystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß drei Detektionsbereiche (3, 4, 5, 16, 17) unterschieden werden, wobei

- im ersten Detektionsbereich (3) ein auf elektromagnetischer Mikrowellenstrahlung basierender Objektdetektor,
- im zweiten Detektionsbereich (4) ein auf optischer Strahlung und/oder ein auf Bildauswertung basierender Objektdetektor und
- im dritten Detektionsbereich (5, 16, 17) ein auf elektromagnetischer Mikrowellenstrahlung basierender Objektdetektor verwendet wird.

10. Objektdetektionssystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,

- daß der erste Objektdetektor (12) eine Detektionsreichweite von ca. 0,5 m bis ca. 7 m,
- daß der zweite Objektdetektor (13, 14) eine Detektionsreichweite von ca. 2 m bis ca. 40 m und
- daß der dritte Objektdetektor (15) eine Detektionsreichweite von mehr als ca. 40 m hat.

11. Objektdetektionssystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die von den Objektdetektoren (12, 13, 14, 15) aus den sich überschneidenden Detektionsbereichen gelieferten Meßwerte zu gesonderten Auswertungen genutzt werden.

12. Objektdetektionssystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die gesonderten Auswertungen wenigstens ein gemeinsames Tracking der detektierten Objekte im Überschneidungsbereich und/oder

- eine Funktionsüberwachung der Objektdetektoren und/oder
- eine Plausibilisierung der Meßdaten sind.

13. Objektdetektionssystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Objektdetektoren (12, 13, 14, 15) zu wenigstens einer weiteren Anwendung genutzt werden.

14. Objektdetektionssystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die weitere Anwendung wenigstens eine der folgenden ist: Einparkhilfe/Parkpilot, PreCrash-Erkennung, Anfahrüberwachung, Straßenoberflächen-/Zustandserkennung, Verkehrszeichenerkennung, Sichtweitenerkennung, adaptive Lichtverteilung (ALV), Scheinwerferhöhenverstellung oder Wettererkennung/Regensensor.

15. Objektdetektionssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Objektdetektionssystem im Rahmen eines erweiterten Systems zur adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelung (Stop & Go-System) eingesetzt wird, wobei das erweiterte System in der Lage ist, die Geschwindigkeit des Kraftfahrzeugs kontinuierlich zwischen dem Stillstand und der Höchstgeschwindigkeit

keit des Kraftfahrzeugs (2, 10) zu regeln.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

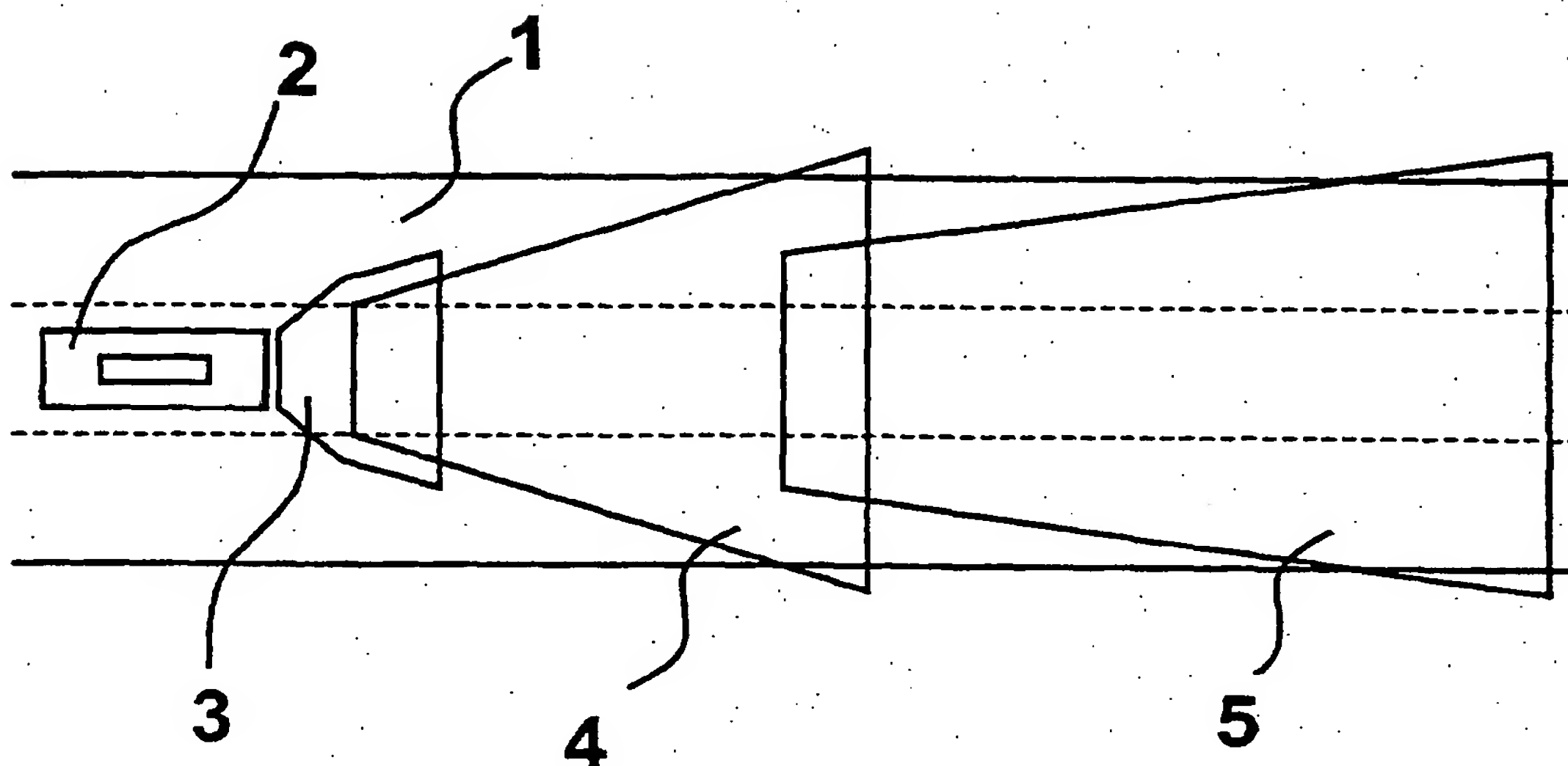
55

60

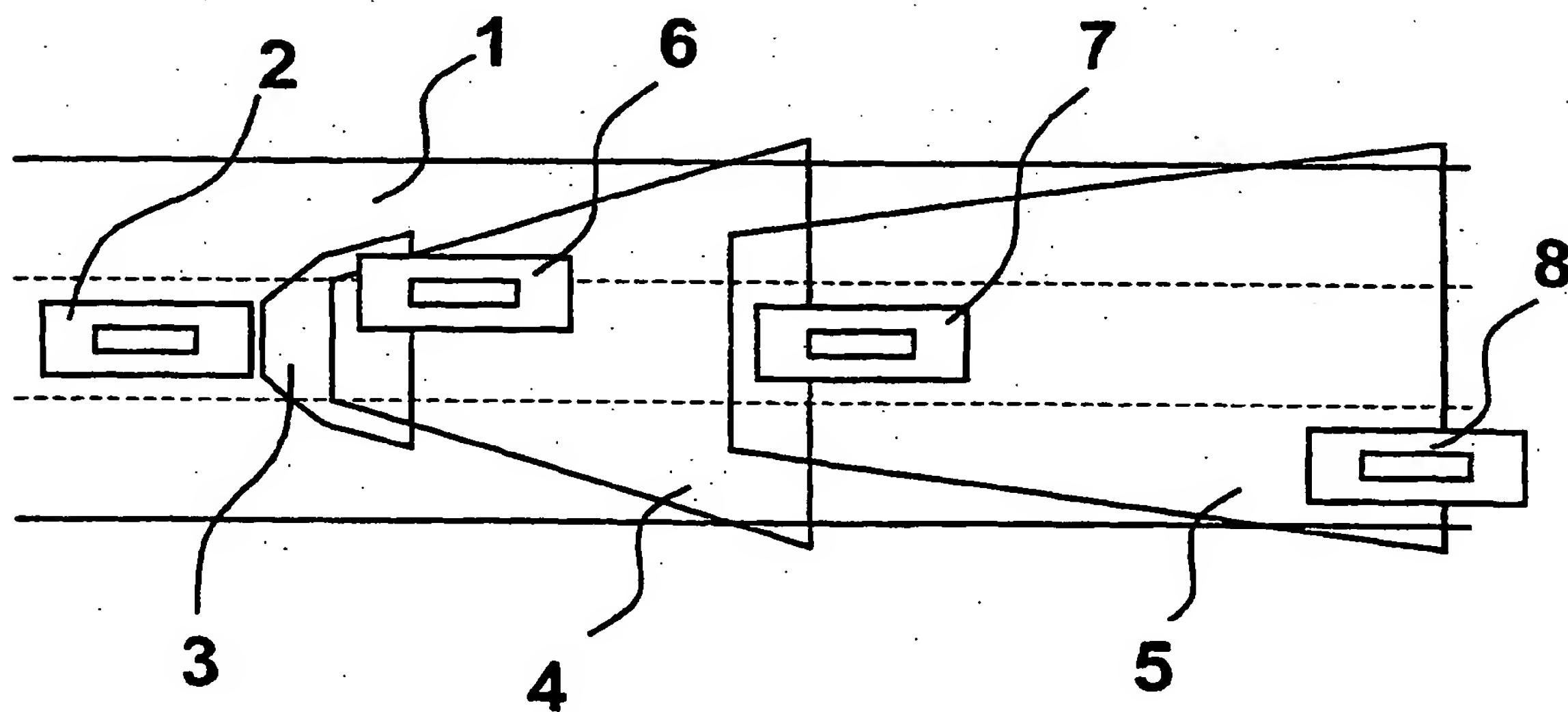
65

- Leerseite -

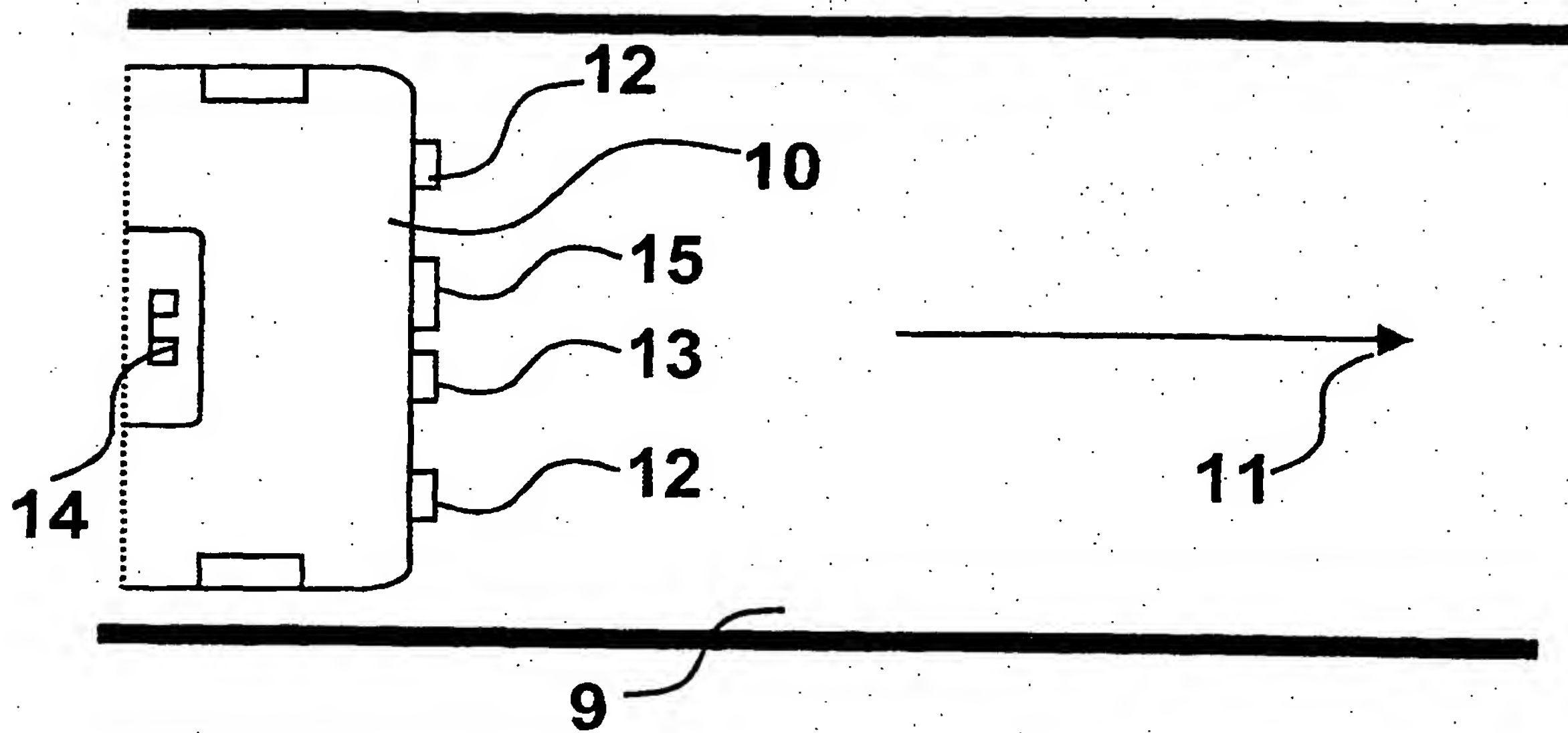
Figur 1



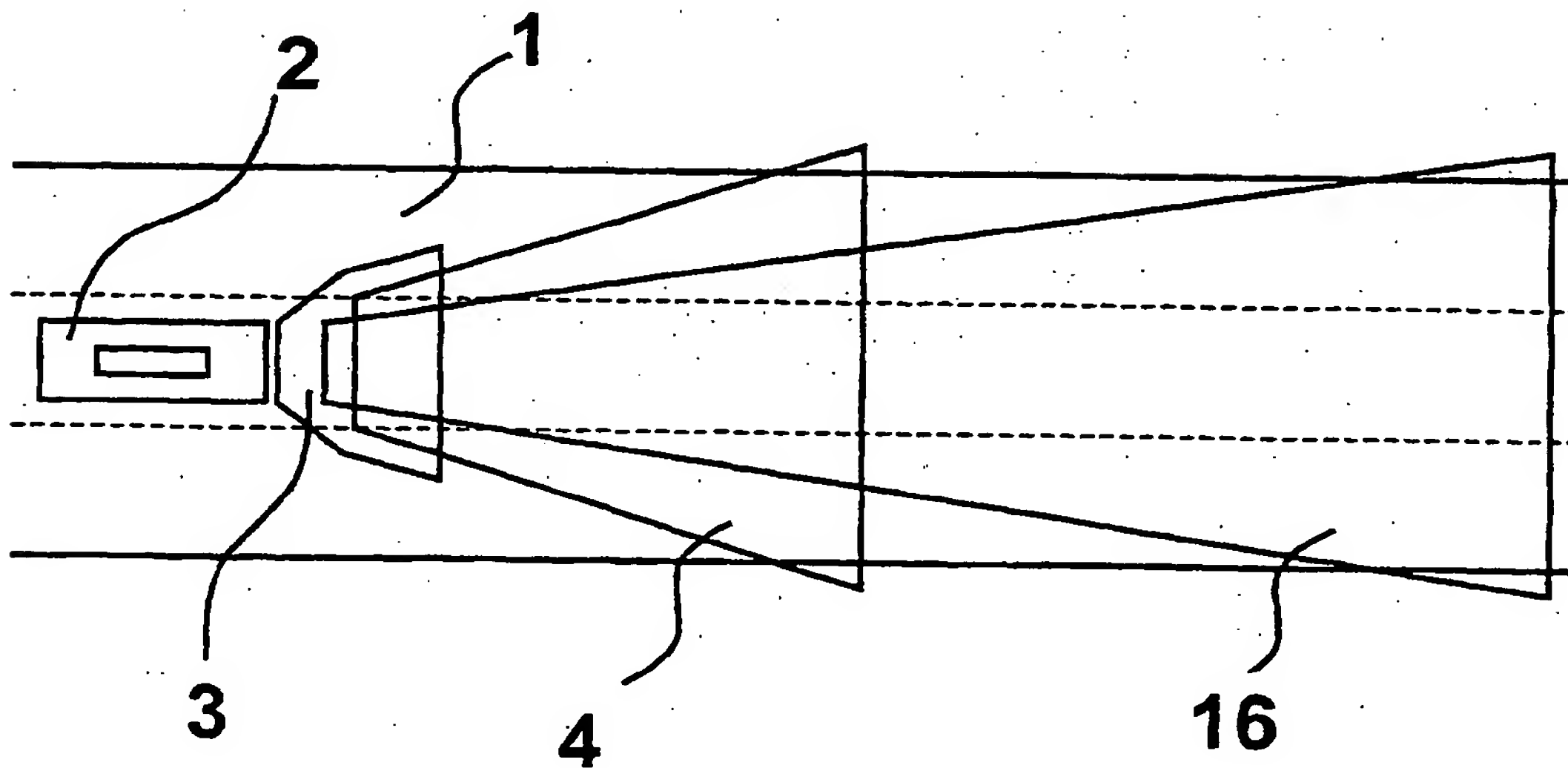
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5

